

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年10 月21 日 (21.10.2004)

PCT

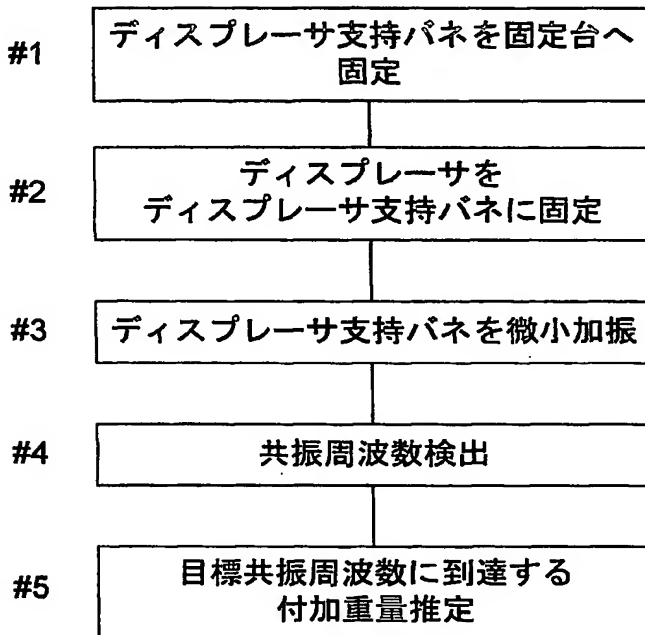
(10) 国際公開番号
WO 2004/090441 A1

- (51) 国際特許分類⁷: F25B 9/14 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005048 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 章三
(22) 国際出願日: 2004 年4 月7 日 (07.04.2004) (TANAKA, Shozo) [JP/JP]; 〒630-8126 奈良県 奈良市
(25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 佐野 静夫 (SANO, Shizuo); 〒540-0032 大阪府
(26) 国際公開の言語: 日本語 大阪市 中央区天満橋京町 2-6 天満橋八千代ビル別
(30) 優先権データ: 特願2003-106178 2003 年4 月10 日 (10.04.2003) JP 館 Osaka (JP).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ 株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒
545-8522 大阪府 大阪市 阿倍野区長池町 2 番 2 2 号
Osaka (JP). (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI,

[続葉有]

(54) Title: RESONANCE FREQUENCY ADJUSTING METHOD AND STIRLING ENGINE

(54) 発明の名称: 共振周波数調整方法及びスターリング機関



- #1...DISPLACER SUPPORT SPRING IS FIXED TO FIXED
BLOCK
#2...DISPLACER IS FIXED TO DISPLACER SUPPORT SPRING
#3...DISPLACER SUPPORT SPRING IS SLIGHTLY EXCITED
#4...RESONANCE FREQUENCY DETECTION
#5...ESTIMATION OF ADDITIONAL WEIGHT REACHING
TARGET RESONANCE FREQUENCY

(57) Abstract: With spacers (30, 31) held between the central portion and the circumference of two plate springs (61, 61), a fixed shaft (67) erected on a fixed block (70) is inserted in a through hole (64) in the periphery of the plate spring (61) and also in the spacer (31), and nuts (68, 68) are applied for tightening from above and below (step #1). Thereby, a displacer support spring (6) is fixed to the fixed block (70). And the threaded portion (2b) of a rod (2a) is inserted in a through hole (63) in the center of the plate spring (61) and also in the spacer (30) from the upper surface side of the upper plate spring (61), and a nut (32) is attached to the threaded portion (2b) projecting from the lower surface of the lower plate spring (61) so as to fix the displacer (2) to the upper surface side of the upper plate spring (61) (step #2). In this state, small vibration is applied to the displacer support spring (6) (step #3). And the resonance frequency is detected (step #4) and on the basis of this result, the spring constant of the displacer support spring (6) (the combined spring constant of the two plate springs (61, 61)) is calculated, and then an additional weight ΔW_d reaching the target resonance frequency is calculated (step #5).

(57) 要約: 2枚の板バネ61,61の中心部と円周部にスペーサ30,31を挟んで、板バネ61の周囲の貫通穴64とスペーサ31に固定台70上に垂直に立てられた固定軸67に挿通して上下からナット68、68で締めめる(ステップ#1)。これにより、ディスプレーサ支持バネ6を固定台70へ固定する。そして、板バネ61の中心の貫通穴63とスペーサ30に、上の板バネ61の上面側からロッド2aのネジ部2bを挿通し、下の板バネ61の下面から突き出したネジ部2bにナット

ト32を取り付けて、上の板バネ61の上面側にディスプレーサ2を固定する(ステップ#2)。この状態で、デ

[続葉有]



NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

イスプレーサ支持バネ6に微小な振動を加える(ステップ#3)。そして、共振周波数を検出し(ステップ#4)、この結果に基づき、ディスプレイサ支持バネ6のバネ定数(2枚の板バネ61,61の合成バネ定数)を算出した上で、目標共振周波数に達する付加重量 ΔW_d を算定する(ステップ#5)。

明細書

共振周波数調整方法及びスターリング機関

5 技術分野

本発明は、板バネに弾性支持された可動体の振動系の共振周波数調整方法に関し、また、その方法によって共振周波数を調整したスターリング機関に関するものである。

10 背景技術

従来、逆スターリングサイクルを利用するスターリング機関では、リニアモータ等の駆動機構を使用してピストンに振動を与えることにより、板バネに支持されたディスプレイサを共振させている（例えば、特開平5-288419号公報（第3-5頁、第1-2図）及び特開平10-325629号公報（第5-6頁、第1-2図）参照。）。板バネがあるバネ定数を持つとき、リニアモータの振動周期とほぼ一致する共振周波数で振動する一つの振動系が築かれ、板バネが関与しながらディスプレイサが往復動を行うことになる。

一般に、バネ定数 k のバネに弾性支持された質量 m の可動体が共振するとき、その振動系の共振周波数 f は、

20
$$f = (1 / 2 \pi) \sqrt{(k / m)} \quad \cdots \quad (1)$$

となる。

しかしながら、ディスプレイサ製造の加工精度は厳密には一定ではないため、製造されたディスプレイサ重量には個体差が生じ、たとえ 0.1 g 程度のわずかな誤差でも、共振周波数の狂いを生じてしまう。

25 本発明はこのような課題に鑑みてなされたものであり、簡便な手法と安価な部品を用いてディスプレイサの重量の個体差を補正して、共振周波数を目標値に調整できる方法を提供することを目的とする。

発明の開示

上記目的を達成するために本発明の共振周波数調整方法は、板バネに可動体を固定してなる振動系の共振周波数調整方法であって、あらかじめ目標共振周波数に達する付加重量を算定し、この算定付加重量に相当する重量を前記振動系に付加することを特徴とする。

これによると、振動系全体で見ると、可動体自体の重量に算定付加重量が加算された重量で可動体が往復動することになる。

そして、前記付加重量の算定作業が、板バネに前記可動体または前記可動体の重さに相当する重りを固定する工程と、その板バネに微小な振動を加える工程と、その振動の共振周波数を検出する工程と、その検出結果に基づき目標共振周波数に達する付加重量を算定する工程とからなっている。

このような共振周波数調整方法は、シリンダと、このシリンダの軸方向に往復動するピストン及びディスプレイサと、該ディスプレイサを弾性支持するディスプレイサ支持バネと、このディスプレイサ支持バネの中心部に前記ディスプレイサを固定するボルトと、を有するスターリング機関に応用が可能であり、目標共振周波数に達する算定付加重量に相当する重量のワッシャとともに前記ディスプレイサを前記ディスプレイサ支持バネに固定することにより、ディスプレイサ振動系の共振周波数を目標値に調整することができる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施の形態に係るフリーピストン型スターリング冷凍機の一例の断面図である。

図 2 A は、ピストン支持バネを構成する板バネの一例の平面図である。

図 2 B は、はその側面断面図である。

図 3 A は、ディスプレイサ支持バネを構成する板バネの一例の平面図である。

図 3 B はその側面断面図である。

図 4 は、ディスプレイサ支持バネ及びディスプレイサ支持バネのスターリング冷凍機への組み込み工程を示す一部分解断面図である。

図 5 は、ディスプレイサ振動系の共振周波数の調整作業を説明するための模式的な側断面図である。

図 6 は、その作業工程のフローチャートである。

5 発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。図 1 は、フリーピストン型スターリング冷凍機の一例を示す断面図である。このスターリング冷凍機は、耐圧容器 4 内に配置された諸構成により、スターリングサイクルを動作させコールドヘッド 1 3 を冷却するものである。

- 10 各構成について説明すると、耐圧容器 4 は、主に、背面空間 8 側に配置されるベッセル 4 B と、作動空間 7 側に配置される外筒 3 C とから形成される。ベッセル 4 B は、さらに二つの構造体に分割されており、コールドヘッド 1 3 側がベッセル本体 4 D であり、コールドヘッド 1 3 側とは相対する側（以下、本明細書においては防振装置側と称する。なお、組み立て構造を説明する際において、まだ
- 15 防振装置 4 2 が組み立てられていない場合にも、説明の便宜上、完成品の状態を基準として防振装置側の語を使用する。）がベッセルキャップ 4 C である。

- 耐圧容器 4 内には、連通穴 1 2 A を備えて接合されたシリンダ 3 A 及びシリンダ 3 B が配置される。シリンダ 3 A、3 B には、シリンダ 3 A 及び 3 B の軸と同軸上で往復動可能なピストン 1 及びディスプレイサ 2 とが挿入されており、更に
- 20 は、ピストン 1 を駆動するリニアモータ 1 6 がシリンダ 3 A の外側に備えられている。

- 耐圧容器 4 内は大別して 2 つの空間に仕切られており、その一つは主にベッセル 4 B とピストン 1 により囲まれる背面空間 8 であり、他の一つは主にピストン 1、外筒 3 C、及びコールドヘッド 1 3 によって囲まれる作動空間 7 である。そして、作動空間 7 はディスプレイサ 2 によってさらに二つの空間に仕切られており、ディスプレイサ 2 とピストン 1 の間に存在する空間が圧縮空間 9、ディスプレイサ 2 とコールドヘッド 1 3 の間に存在する空間が膨張空間 1 0 である。
- 25

この圧縮空間 9 と膨張空間 1 0 はシリンダ 3 B と外筒 3 C との間に形成された

連通路 1 2 を介して連通しており、連通路 1 2 内には、高温側内部熱交換器 2 1、再生器 1 1、低温側内部熱交換器 2 2 が圧縮空間 9 から膨張空間 1 0 に向かって順に配置されている。

5 コールドヘッド 1 3 は、銅やアルミニウムなどの高熱伝導性材料を略有底円筒状に形成されたものであり、底部 1 3 A がシリンダ 3 B の開口と対向し、淵部 1 3 B が低温側内部熱交換器 2 2 と対向するよう配置される。また、ウォームヘッド 4 1 は、銅やアルミニウムなどの高熱伝導性材料をリング状に形成したものであり、その内周が高温側内部熱交換器 2 1 の外周と対向して配置される。

10 ピストン 1 は、円柱状の構造体であり、その中心軸にロッド 2 a を挿通可能な貫通穴 1 a が加工され、さらには、圧縮空間 9 によって圧縮された冷媒をピストン 1 の外周面とシリンダ 3 A の間の隙間に放出しベアリング効果を持たせるガスベアリング（不図示）が備えられる。

15 ディスプレーサ 2 は、円柱状の構造体であり、圧縮空間 9 によって圧縮された冷媒をディスプレーサ 2 の外周面とシリンダ 3 B の間の隙間に放出しベアリング効果を持たせるガスベアリング（不図示）が備えられる。そして、このディスプレーサ 2 のピストン 1 配置側の面にはロッド 2 a が取付けられ、ロッド 2 a はピストン 1 の貫通穴 1 a に挿通される。ロッド 2 a のディスプレーサ 2 側とは相対する側の端部には、ネジ部 2 b が加工されている。

20 リニアモータ 1 6 は、主に、環状に配置された永久磁石 1 5 と、永久磁石 1 5 を保持するスリーブ 1 4 と、アウターヨーク 1 7 A と、インナーヨーク 1 7 B とから構成される。アウターヨーク 1 7 A は、略コ字状の平板鉄心を環状に積層固定したものの内部にボビンに巻回したコイル 2 0 を配置したものを、非磁性体で軸方向両側から挟みこんで形成され、インナーヨーク 1 7 B は、平板鉄心を環状に積層固定し形成される。アウターヨーク 1 7 A の内周とインナーヨーク 1 7 B 25 の外周との間には隙間 1 9 が形成されており、その隙間 1 9 にはスリーブ 1 4 に保持された永久磁石 1 5 が配置される。

スリーブ 1 4 は有底円筒状をしており、その周縁部 1 4 c の先端側の内周に環状の掘り込みが設けられている。そして、その掘り込みに複数辺の円弧状の永久

磁石 1 5 が全体として環状になるように配置される。スリーブ 1 4 の底部 1 4 b の中心にはロッド 2 a が挿通可能な貫通穴が設けられ、その貫通穴の周縁から周縁部 1 4 c 形成側とは相対する側に突出し内周面に螺子穴を備えたボス部 1 4 a が形成される。そして、底部 1 4 b の周縁部 1 4 c 配置側の面には、ピストン 1 が、そのピストン 1 の軸と底部 1 4 b の中心が同軸に配置されるように調整され、ボルト等の固定手段を用いて固定される。

アウターヨーク 1 7 A の防振装置側の端面には、その端面から防振装置側に向かって、後述するピストン支持バネ 5、及びディスプレイサ支持バネ 6 を固定するための固定軸 2 4 が 3 本以上の複数本（例えば 4 本）立設される。なお、この固定軸 2 4 には、その外周に螺子が形成されたものを用いている。

ピストン支持バネ 5 は図 2 に示すように形成されるものである。図 2 A は、ピストン支持バネ 5 を構成する板バネ 5 1 の一例の平面図であり、図 2 B はその側面断面図である。板バネ 5 1 は、所定の径及び厚みを有するステンレス鋼製の円板をベースとして、この円板に渦巻状のスリット 5 2 を 4 つ円周方向に繰り返すように等間隔に設け、さらにロッド 2 a 及び穴あきボルト 2 8 を挿通するための貫通穴 5 3 を円板の中心に設け、またさらに、固定軸 2 4 を挿通するための貫通穴 5 4 を、スリット 5 2 の外周側端部の延長上に固定軸 2 4 の数に対応して設けたものである。この円板を平板から切り取る加工、スリット 5 2、貫通穴 5 3、5 4 を配置する加工は、例えばレーザ加工により行なう。

上記の加工を行った結果、これらのスリット 5 2 の間には、円板の中心部から渦巻状に取り残される形で腕部 5 5 が形成され、その腕部 5 5 により円板の板面に対して垂直な方向、すなわち軸方向に所定の弾性係数を有するものとなる。

なお、図 2 A 及び図 2 B に示す形状はあくまでも一例であり、この板バネ 5 1 のバネ定数の範囲は、円板の径や厚みによってある程度決まり、一つのスリット 5 2 の形状やその繰り返しの連続数に応じて、その範囲内にある所定値にバネ定数を設定することができる。

ディスプレイサ支持バネ 6 は図 3 A 及び図 3 B のように形成されるものである。ディスプレイサ支持バネ 6 は、その形状は略ピストン支持バネ 5 と同様であるた

め重複して説明しないが、中心に設ける貫通穴の大きさが異なる。すなわち、ディスプレイサ支持バネ 6 の中心部の貫通穴 6 3 は、ロッド 2 a のネジ部 2 b のみを挿通し穴あきボルト 2 8 を挿通しなくて良いため、ピストン支持バネ 5 の貫通穴 5 3 よりも小さく形成される。

- 5 ディスプレーサ 2 とディスプレイサ支持バネ 6 は振動系を構成しており、その共振周波数は、上記式 (1) から定まる。しかし、ディスプレイサ 2 の製造工程の加工精度上、その重量に個体差が生じるのは避けられず、定格重量のものが得られないことはしばしばである。また、板バネの加工精度にもばらつきはあり、
- 10 個体差は自然発生的であり、式 (1) 中の分数として一定値を与えるディスプレイサ 2 と板バネ 6 1 の組み合わせを探し出すため、余剰な在庫を抱えなければならない問題があった。

- そこで、このようなディスプレイサ 2 の重量と板バネ 6 1 のバネ定数に生じる個体差を吸収するべく、スターリング冷凍機に組み込む前に以下のようにして振
- 15 動系の共振周波数の調整を行う。

- 図 5 は、ディスプレイサの振動系の共振周波数の調整作業を説明するための模式的な側断面図であり、図 6 はその作業工程のフローチャートである。まず、2 枚の板バネ 6 1、6 1 の中心部と円周部にスペーサ 3 0、3 1 を挟んで、板バネ 6 1 の周囲の貫通穴 6 4 とスペーサ 3 1 に固定台 7 0 上に垂直に立てられた固定
- 20 軸 6 7 に挿通して上下からナット 6 8、6 8 で締める (ステップ # 1)。これにより、ディスプレイサ支持バネ 6 を固定台 7 0 へ固定する。

- そして、板バネ 6 1 の中心の貫通穴 6 3 とスペーサ 3 0 に、上の板バネ 6 1 の上面側からロッド 2 a のネジ部 2 b を挿通し、下の板バネ 6 1 の下面から突き出したネジ部 2 b にナット 3 2 を取り付けて、上の板バネ 6 1 の上面側にディスプ
- 25 レーサ 2 を固定する (ステップ # 2)。この状態で、ディスプレイサ支持バネ 6 に微小な振動を加える (ステップ # 3)。

 そして、共振周波数を検出し (ステップ # 4)、この結果に基づき、ディスプレイサ支持バネ 6 のバネ定数 (2 枚の板バネ 6 1、6 1 の合成バネ定数) を算出

した上で、目標共振周波数に達する付加重量 ΔW_d を算定する（ステップ # 5）。

同じくピストン 1 の振動系についても、同様に共振周波数の調整作業を行い、目標共振周波数に達する付加重量 ΔW_p を算定する。

5 ピストン支持バネ 5 及びディスプレイサ支持バネ 6 を装着するときの様子について、図 4 を使用して説明する。図 4 は、ピストン支持バネ 5 及びディスプレイサ支持バネ 6 をスターリング冷凍機への取り付けするときの工程を示す一部分解断面図である。

10 まず、固定軸 2 4 に、ピストン支持バネ 5 がアウターヨーク 1 7 A の防振装置側端面に接触しないようにするスペーサとしての役割を果たすナット 2 5 を取付ける。そして、ピストン支持バネ 5 となる 2 枚の板バネ 5 1 のうちの一枚が備える貫通穴 5 4 を固定軸 2 4 に挿通するとともに、貫通穴 5 3 をロッド 2 a の防振装置側端から通しボス部 1 4 a の防振装置側端面に配置する。その後、穴あきボルト 2 8 の外周より大きい貫通穴を有する約 1 mm 程度の厚みのスペーサ 2 6

15 （例えばワッシャ）を、ロッド 2 a の防振装置側端から通してロッド 2 a と同軸に配置する。さらには、固定軸 2 4 の外周よりも大きい貫通穴を有し、かつスペーサ 2 6 と同一の厚みのスペーサ 2 7 （例えばワッシャ）を固定軸 2 4 に挿通する。

20 その後、2 枚目の板バネ 5 1 を、スペーサ 2 7 の防振装置側に、1 枚目の板バネ 5 1 と同軸かつ同様に配置する。そして、上記振動系の共振周波数の調整作業によって算定した付加重量 ΔW_p に相当するワッシャ 6 5 をロッド 2 a の防振装置側端から通し、ロッド 2 a と同軸に配置する。その後、穴あきボルト 2 8 をロッド 2 a の防振装置側端から通し、この穴あきボルト 2 8 と板バネ 5 1 の間にワッシャ 6 5 が配置されるようにして、ネジきりされた部分をスリーブ 1 4 の中心のボス部 1 4 a にねじ込むことにより、ピストン支持バネ 5 を固定する。

25 このように、ワッシャ 6 5 をはさんで組み込んだピストン 1 の振動系では、可動体（ピストン 1、スリーブ 1 4、穴あきボルト 2 8、スペーサ 2 6、2 7 など）の固定部にワッシャ 6 5 の重量が付加され、可動体全体としてピストン 1 の重量に算定付加重量 ΔW_p が加算された重量を持つことになる。したがって、簡便な

手法と安価な部品を用いて共振周波数が目標共振周波数に調整されたピストン 1 の振動系を容易に得ることができる。また、上記の例によれば、穴あきボルト 2 8 によって、可動体であるピストン 1 と付加重量が同軸上に固定されるため、周方向のバランスが悪くならない。さらには、ロッド 2 a を貫通した状態で付加重量が固定されているため、ピストン 1 が激しく振動しても付加重量が外れるようなこともない。

なお、ワッシャ 6 5 をはさまないで、算定付加重量 ΔW_p を加算した重量を持つ穴あきボルト 2 8 を使用してピストン支持バネ 5 を固定しても同じである。

次に、防振装置 4 2 の配置側に装着された 2 枚目の板バネ 5 1 の防振装置側の面に接するようにして、固定軸 2 4 に所定の高さを備えたスペーサ 2 9 をそれぞれ取り付ける。このスペーサ 2 9 はピストン 1 の振幅を考慮してその高さが決定されており、そのためピストン支持バネ 5 とディスプレイサ支持バネ 6 とが接触しないよう設計される。

そして、スペーサ 2 9 に続いて、ディスプレイサ支持バネ 6 を装着する。すなわち、ディスプレイサ支持バネ 6 となる 2 枚の板バネ 6 1 のうちの一枚が備える貫通穴 6 4 に固定軸 2 4 を挿通するとともに、ロッド 2 a のネジ部 2 b を貫通穴 6 3 に挿通する。このとき、ディスプレイサ支持バネ 6 のコールドヘッド 1 3 側の端部がロッド 2 a とネジ部 2 b との間の段部に当接する。そして、ネジ部 2 b の外周より大きい貫通穴を有する約 1 mm 程度の厚みのスペーサ 3 0 (例えばワッシャ) を、ネジ部 2 b に挿通し、さらには、固定軸 2 4 の外周よりも大きい貫通穴を有し、かつスペーサ 3 0 と同一の厚みのスペーサ 3 1 (例えばワッシャ) を固定軸 2 4 に挿通する。

その後、2 枚目の板バネ 6 1 を、1 枚目の板バネ 6 1 と同様に、ネジ部 2 b 及び固定軸 2 4 に装着する。そして、ナット 3 2 と上記振動系の共振周波数の調整作業によって算定した付加重量 ΔW_d に相当するワッシャ 6 6 をネジ部 2 b に取付け、更には、固定軸 2 4 にナット 3 3 を取付けることにより、ディスプレイサ支持バネ 6 を固定する。このとき、ピストン支持バネ 5 のバネ定数は、2 枚の板バネ 5 1、5 1 の合成バネ定数となる。同様に、ディスプレイサ支持バネ 6 のバ

ネ定数は、2枚の板バネ61、61の合成バネ定数となる。

このように、ワッシャ66をはさんで組み込んだディスプレイサ2の振動系では、可動体（ディスプレイサ2、ロッド2a、ナット32、スペーサ30、31など）の固定部にワッシャ66の重量が付加され、可動体全体としてディスプレイサ2の重量に算定付加重量 ΔW_d が加算された重量となる。したがって、簡便な手法と安価な部品を用いて共振周波数が目標共振周波数に調整されたディスプレイサ2の振動系を容易に得ることができる。また、上記の例によれば、ネジ部2bによって、可動体であるディスプレイサ2と付加重量が同軸上に固定されるため、周方向のバランスが悪くならない。さらには、ネジ部2bを貫通した状態で付加重量が固定されているため、ディスプレイサ2が激しく振動しても付加重量が外れるようなこともない。

なお、ワッシャ66をはさまないで、算定付加重量 ΔW_d を加算した重量を持つナット32を使用してディスプレイサ支持バネ6を固定しても同じである。

また、図1に示すように、耐圧容器4の軸方向のコールドヘッド13と反対側の端部には、装置の防振用の防振装置42が配置されている。防振装置42は、主に、質量体支持バネ23と質量体37とから構成されており、板バネ231のバネ定数と、系の質量から求まる共振周波数が、ピストン1の振動系及びディスプレイサ2の振動系が有する共振周波数と同一になるように設計されたものである。このような構成により、防振装置42は、ピストン1の運動にともなって振動が発生した場合にその振動を受けて共振し、振動エネルギーを熱エネルギーに変換して、スターリング冷凍機及び防振装置42の全体から外部に放出される振動エネルギーを低減することもできる。そのため、この防振装置42の板バネ231にも本発明の共振周波数の調整方法が適用可能である。

25 産業上の利用可能性

本発明によると、可動体の振動系の共振周波数の調整作業にてあらかじめ目標共振周波数を得るための付加重量を算定し、その算定付加重量の相当する重量のワッシャとともに可動体を板バネに固定するようにした。したがって、振動系全

- 10 -

体で見ると、可動体自体の重量に算定付加重量が加算された重量で可動体が往復動することになり、簡便な手法と安価な部品を用いて共振周波数が目標共振周波数に調整された振動系を実現することができる。

請求の範囲

1. 板バネに可動体を固定してなる振動系の共振周波数調整方法であって、あらかじめ目標共振周波数に達する付加重量を算定し、この算定付加重量に相当する重量を前記振動系に付加することを特徴とする共振周波数調整方法。
5
2. 前記付加重量の算定作業が、板バネに前記可動体または前記可動体の重さに相当する重りを固定する工程と、その板バネに微小な振動を加える工程と、その振動の共振周波数を検出する工程と、その検出結果に基づき目標共振周波数に達する付加重量を算定する工程とからなることを特徴とする請求項 1 に記載
10 の共振周波数調整方法。
3. シリンダと、このシリンダの軸方向に往復動するピストン及びディスプレイサと、該ディスプレイサを弾性支持するディスプレイサ支持バネと、このディスプレイサ支持バネの中心部に前記ディスプレイサを固定するボルトと、を有するスターリング機関であって、目標共振周波数に達する算定付加重量に相当する重量のワッシャとともに前記ディスプレイサを前記ディスプレイサ支持バ
15 ネに固定してなることを特徴とするスターリング機関。

1/6

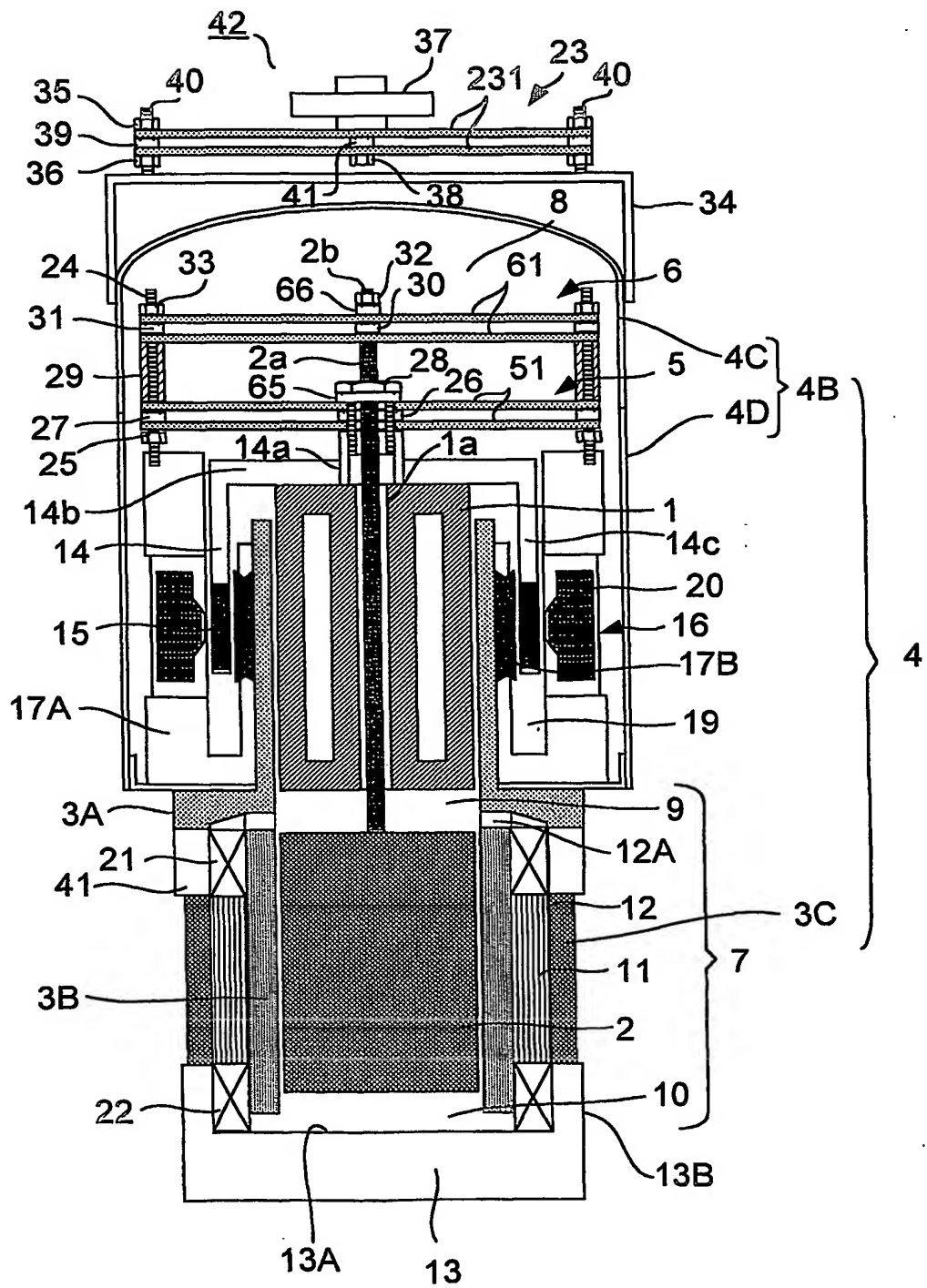


図 2A

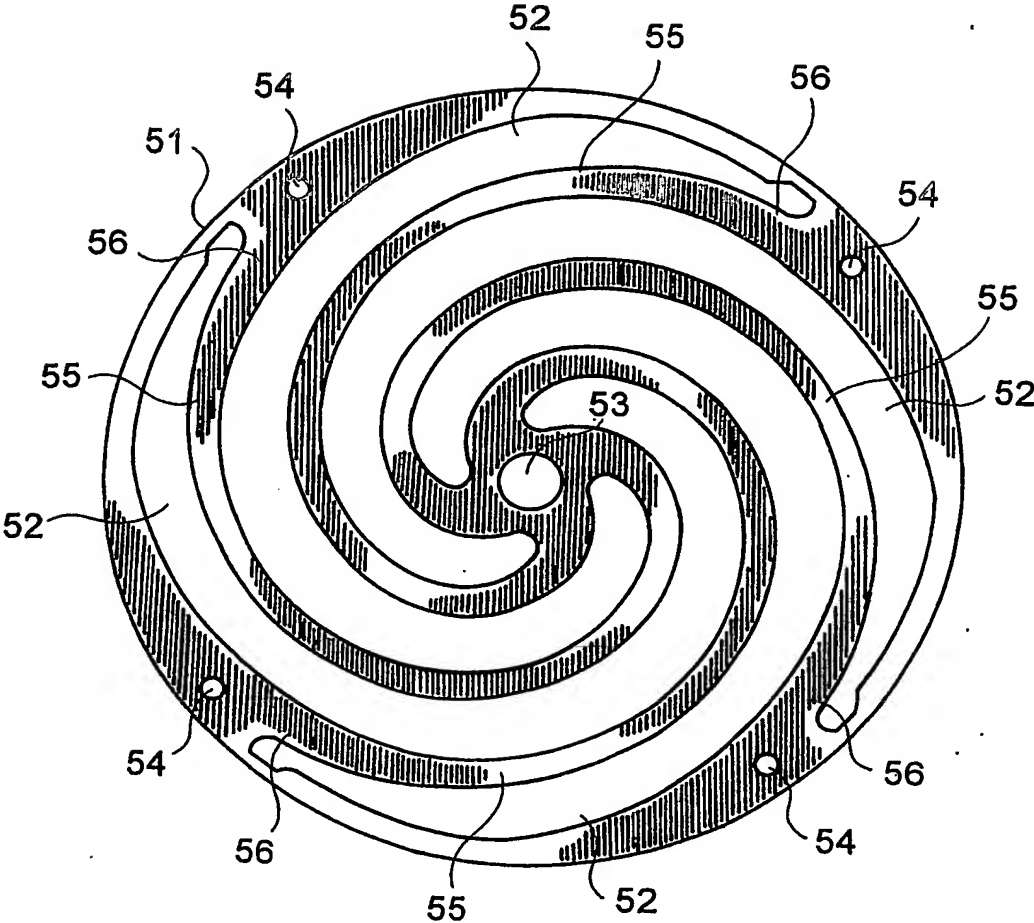


図 2B

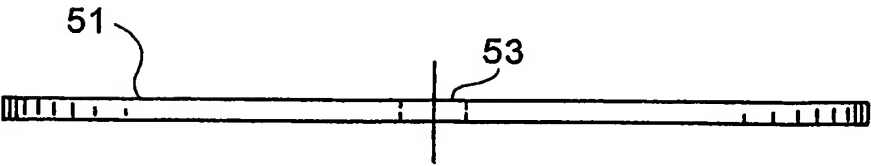


図 3A

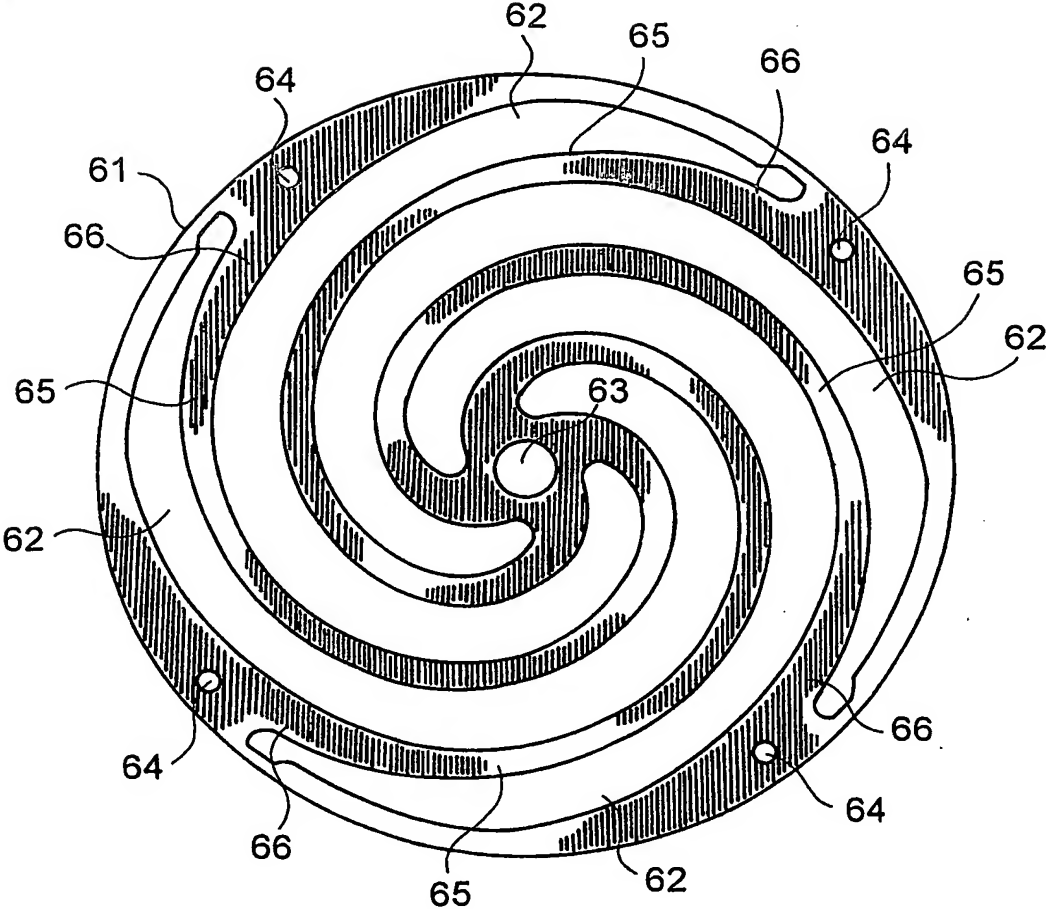
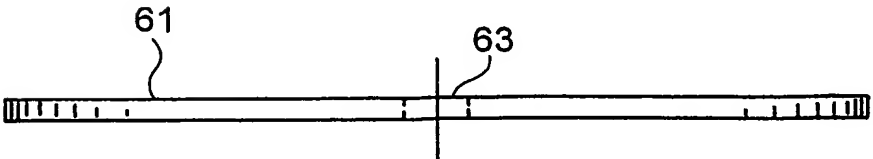
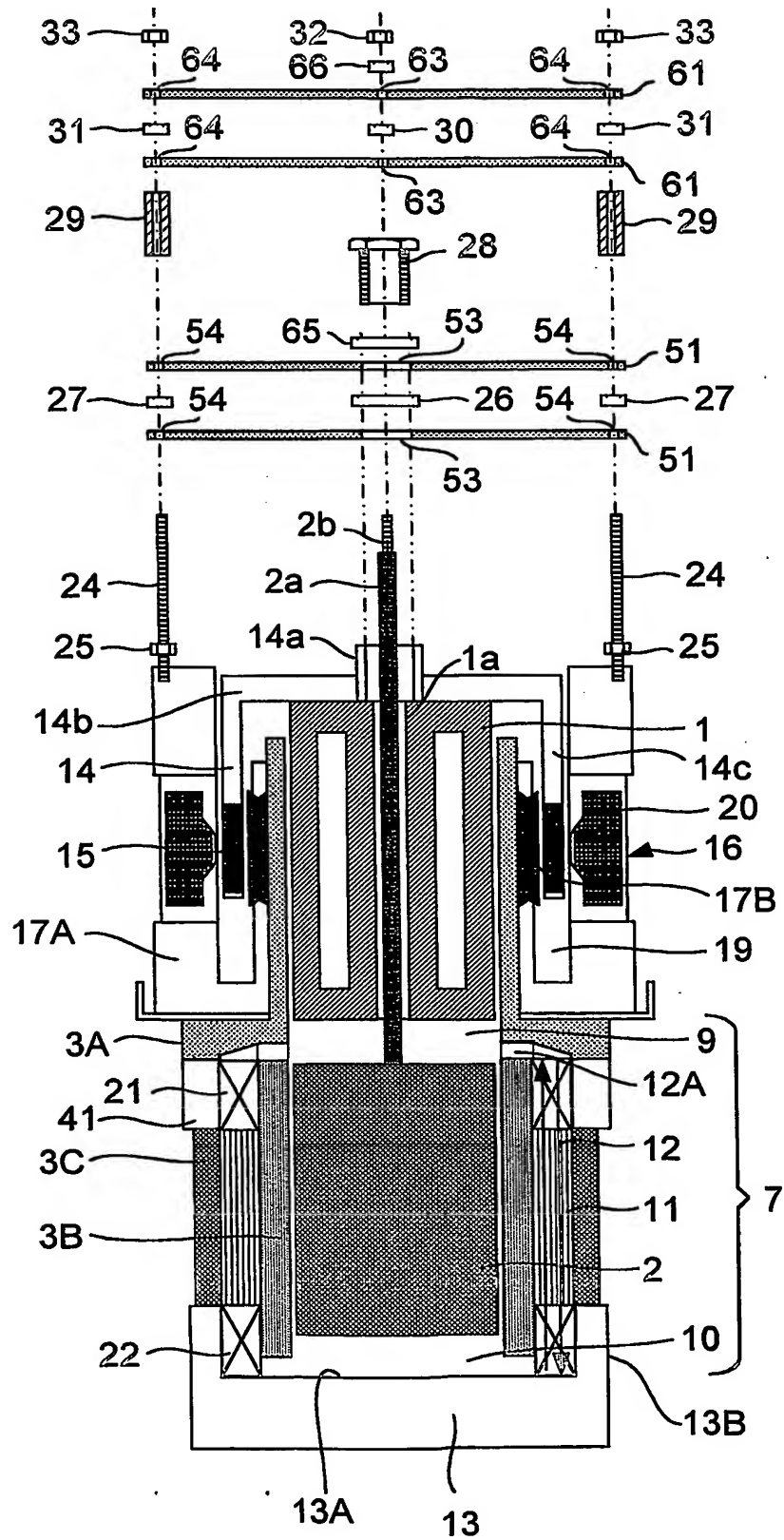


図 3B



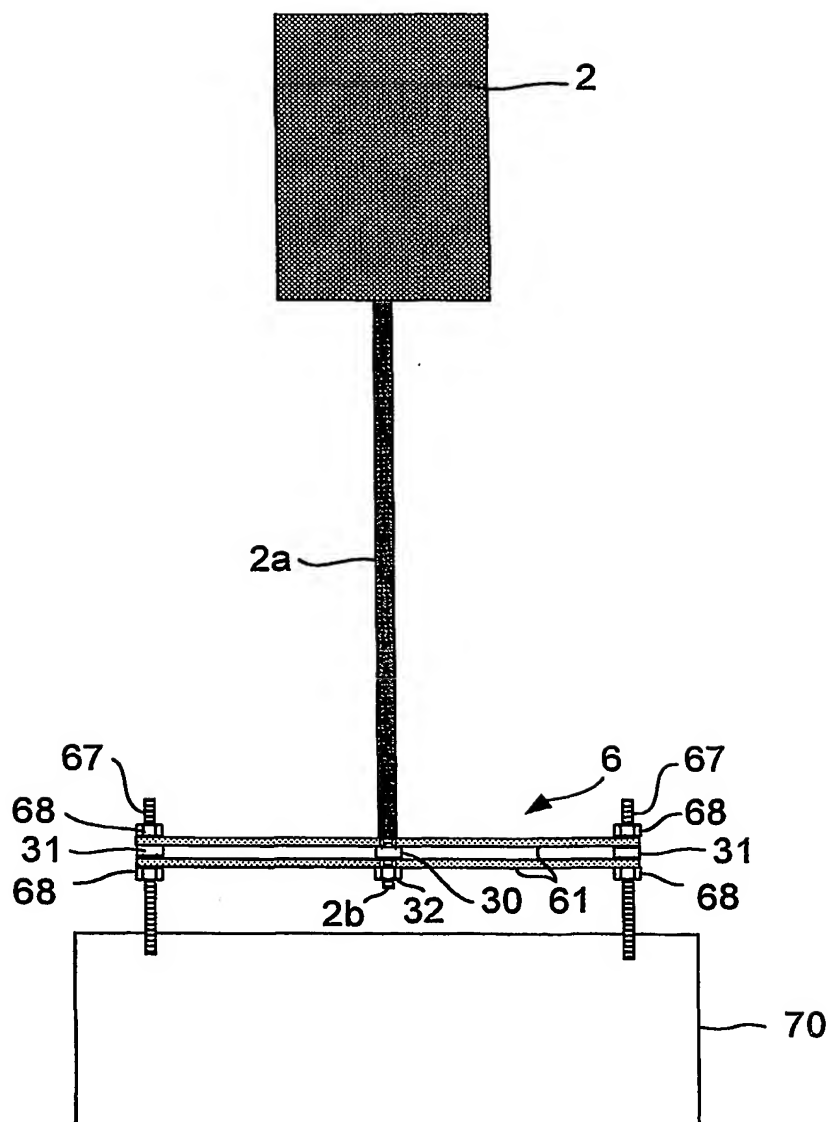
4/6

図 4



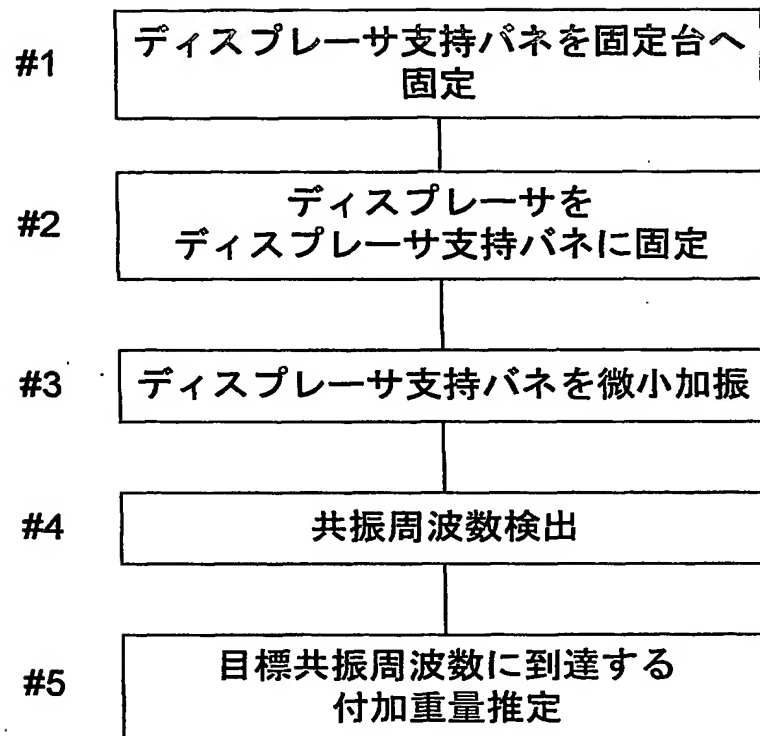
5/6

図5



6/6

図6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ F25B9/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ F25B9/14, F02G1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2002-186074 A (Citizen Electronics Co., Ltd.), 28 June, 2002 (28.06.02), Page 1, left column, lines 2 to 17; page 3, left column, line 27 to page 3, right column, line 13 & US 2002/0076077 A1 & EP 1215934 A2	1, 2 3
X A	JP 06-074588 A (National Space Development Agency of Japan), 15 March, 1994 (15.03.94), Page 1, left column, lines 2 to 13; page 3, right column, lines 4 to 19 (Family: none)	1, 2 3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 July, 2004 (12.07.04)Date of mailing of the international search report
27 July, 2004 (27.07.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005048

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-083627 A (Sharp Corp.), 19 March, 2003 (19.03.03), (Family: none)	3
A	JP 04-353361 A (Daikin Industries, Ltd.), 08 December, 1992 (08.12.92), (Family: none)	3
A	JP 2000-193337 A (Sharp Corp.), 14 July, 2000 (14.07.00), (Family: none)	3
A	JP 10-325629 A (Daikin Industries, Ltd.), 08 December, 1998 (08.12.98), (Family: none)	3
A	JP 05-288419 A (Mitsubishi Electric Corp.), 02 November, 1993 (02.11.93), & EP 0553818 A1 & US 5351490 A	3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷
F25B9/14

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷
F25B9/14 F02G1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 2002-186074 A (株式会社シチズン電子) 2002.06.28, 第1頁左欄第2~17行目、第3頁左欄第27行目~第3頁右欄第13行目 & US 2002/0076077 A1 & EP 1215934 A2	1, 2 3
X A	JP 06-074588 A (宇宙開発事業団) 1994.03.15, 第1頁左欄第2~13行目、第3頁右欄第4~19行目 (ファミリーなし)	1, 2 3

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.07.2004

国際調査報告の発送日

27.7.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

清水 富夫

3M

7616

電話番号 03-3581-1101 内線 3376

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2003-083627 A (シャープ株式会社) 200 3. 03. 19 (ファミリーなし)	3
A	JP 04-353361 A (ダイキン工業株式会社) 199 2. 12. 08 (ファミリーなし)	3
A	JP 2000-193337 A (シャープ株式会社) 200 0. 07. 14 (ファミリーなし)	3
A	JP 10-325629 A (ダイキン工業株式会社) 199 8. 12. 08 (ファミリーなし)	3
A	JP 05-288419 A (三菱電機株式会社) 1993. 1 1. 02 & EP 0553818 A1 & US 5351 490 A	3